

Diagnóstico prenatal y del recién nacido con cardiopatía congénita crítica: los tres pilares del tamiz cardiaco



Critical congenital heart disease prenatal and newborn diagnosis: the three pillars of cardiac screening

Alfonso de Jesús Martínez García,* Adriana Apolonio Martínez,† Yazmín Copado Mendoza,‡ Sandra Acevedo Gallegos[¶]

RESUMEN

Las malformaciones congénitas del sistema circulatorio representan la segunda causa de fallecimientos en menores de un año de edad en México. La realización en conjunto de un tamizaje cardiaco fetal, tamizaje cardiaco neonatal y una exploración física cardiovascular dirigida tiene como principal objetivo un diagnóstico oportuno de las cardiopatías congénitas críticas. Este artículo resume el uso de los tres pilares del tamiz cardiaco con el objetivo de contribuir a disminuir la morbimortalidad en el periodo neonatal.

Palabras clave: diagnóstico prenatal, tamiz cardiaco fetal, tamiz cardiaco neonatal, cardiopatías congénitas.

ABSTRACT

Congenital malformations of the circulatory system represent the second cause of infant mortality in Mexico. The joint performance of a fetal heart screening, neonatal heart screening and a thorough cardiovascular physical examination contribute to a timely diagnosis of critical congenital heart disease. This article summarizes the use of these three tools.

Keywords: prenatal diagnosis, fetal heart screening, neonatal heart screening, congenital heart disease.

* Cardiólogo Fetal, Cardiólogo Pediatra, Ecocardiografista Pediatra, Médico adscrito, Instituto Nacional de Perinatología.

† Cardiólogo Pediatra, Ecocardiografista Pediatra. Médico adscrito, Hospital de Gineco-Obstetricia No. 4, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

‡ Médico Materno Fetal, Médico adscrito, Instituto Nacional de Perinatología.

¶ Médico Materno Fetal, Jefa del Departamento, Instituto Nacional de Perinatología.

Correspondencia: AJMG, alfonso.martinez@inper.gob.mx

Conflicto de intereses: ninguno.

Citar como: Martínez García A, Apolonio Martínez A, Copado Mendoza Y, Acevedo Gallegos S. Diagnóstico prenatal y del recién nacido con cardiopatía congénita crítica: los tres pilares del tamiz cardiaco. Rev CONAMED. 2023; 28(1): 37-45. <https://dx.doi.org/10.35366/110870>

Financiamiento: ninguno.

Recibido: 27/02/2023.

Aceptado: 30/03/2023.

www.medigraphic.org.mx

Abreviaturas:

AINES = antiinflamatorios no esteroideos.
 CCC = cardiopatías congénitas críticas.
 IP = índice de pulsatilidad.
 msnm = metros sobre el nivel del mar.
 SD = semanas de gestación.
 SSA = anticuerpos anti-Ro
 SSB = anticuerpos anti-La
 TNC = tamiz neonatal cardiaco.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) muestra en la estadística de mortalidad en México del año 2021 que la segunda causa de mortalidad infantil se debe a malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas.¹ Mientras que en 2013 se reportaron 3,471 fallecimientos en niños menores de un año secundarios a malformaciones congénitas del sistema circulatorio, este número se incrementó a 4,304 durante el año 2021. La mayoría de las muertes secundarias a cardiopatías congénitas ocurrieron en el periodo del recién nacido.² En países con un programa de tamizaje estructurado, el diagnóstico de las cardiopatías congénitas críticas en la vida fetal ha mostrado una reducción en la mortalidad en el periodo neonatal.³

El diagnóstico prenatal y neonatal inmediato de las cardiopatías congénitas es crucial para poder brindar un tratamiento de forma oportuna y mejorar el pronóstico de las personas que las padecen en nuestro país. El tamiz cardiaco es el conjunto de procedimientos que se llevan a cabo a partir de la vida fetal y en el periodo del recién nacido con el objetivo de detectar las cardiopatías congénitas que pueden ser mortales o condicionar una morbilidad significativa.

Los tres pilares del tamiz cardiaco

El tamiz cardiaco tiene tres grandes pilares. El tamiz cardiaco fetal, la pulsioximetría del recién nacido (tamiz cardiaco neonatal) y la exploración física cardiovascular dirigida del neonato. Juntas, estas tres herramientas permiten realizar un diagnóstico oportuno de las cardiopatías congénitas que ponen en riesgo la vida. A continuación se describirán estas tres herramientas en el contexto del tamiz cardiaco.

Estudio ecocardiográfico fetal

La tecnología de imagen actual ha evolucionado de forma rápida en los últimos 30 años. Los equipos de ultrasonido de última generación permiten evaluar el corazón fetal desde el primer trimestre de la gestación. La ecocardiografía fetal es un estudio no invasivo que se realiza mediante ultrasonido abdominal. Dentro de la ecocardiografía fetal existen dos estudios: tamizaje cardiaco fetal y estudio ecocardiográfico avanzado. Lo ideal es efectuar el tamizaje cardiaco fetal en todas las mujeres embarazadas con el objetivo de detectar de forma oportuna una alteración cardiaca.⁴ En nuestro país, generalmente el tamiz cardiaco fetal es realizado por médicos maternos fetales.

El estudio ecocardiográfico avanzado es un estudio en el cual se lleva a cabo un análisis anatómico secuencial y funcional del corazón, lo que permite llevar a cabo un diagnóstico estructural detallado de una cardiopatía congénita, e inclusive efectuar un análisis avanzado del ritmo cardiaco fetal. El estudio ecocardiográfico fetal avanzado debe ser realizado por un cardiólogo fetal.

El tamizaje cardiaco fetal se efectúa entre las semanas 18 a 24 del embarazo (*Figura 1*). Las guías internacionales actuales incluyen el tamizaje cardiaco como parte de la evaluación del segundo trimestre en todas las pacientes embarazadas.^{4,5} Además del tamizaje de rutina, las pacientes que presentan factores de riesgo de cardiopatías congénitas tienen indicación de una ecocardiografía fetal avanzada con el objetivo de efectuar un diagnóstico de forma oportuna.⁵ En pacientes de muy alto riesgo de cardiopatías congénitas, la evaluación cardiaca fetal se puede realizar en algunos casos desde la semana 12 de gestación.⁶

En cuanto al primer trimestre, entre las semanas 11 y 14 de gestación existen marcadores ultrasonográficos indirectos que pueden hacer surgir la sospecha de cardiopatías, entre ellos la medición de la translucencia nucal por arriba de la percentil 95, incremento en la pulsatilidad del ducto venoso o su ausencia, regurgitación tricuspídea mayor de 60 cm/s y la desviación del eje cardiaco. La suma de estos marcadores mejora la sensibilidad para la detección de cardiopatías.⁷⁻⁹ Aunque la evaluación en primer trimestre del área cardiaca no es definitiva, sí obliga a la revisión subsecuente en busca de alteraciones específicas.

Indicaciones para ecocardiografía fetal

La mayoría de las mujeres embarazadas que tienen un hijo con cardiopatía congénita no muestran factores de riesgo. Es importante señalar que sólo de 5 a 20% de los fetos que presentarán una cardiopatía congénita contarán con un factor de riesgo identificado de dicho grupo de enfermedades. El otro 80 a 95% de las cardiopatías congénitas se presentan en mujeres embarazadas sin factores de riesgo, es decir, población de bajo riesgo, por lo que es indispensable ofrecer un tamizaje cardiaco fetal efectivo a toda la población embarazada para tener oportunidad de detectar el mayor número de fetos con cardiopatías. Identificar la presencia de un factor de riesgo es indicación para realizar una ecocardiografía fetal avanzada por un cardiólogo fetal.

Los factores de riesgo de presentar una cardiopatía congénita se dividen en maternos y fetales. A continuación se describen algunos de los principales factores de riesgo de cardiopatías congénitas durante el embarazo, los cuales son indicación para realizar una ecocardiografía fetal.⁵

Factores de riesgo maternos

1. Diabetes mellitus pregestacional.
2. Diabetes mellitus diagnosticada en el primer trimestre.

3. Ingesta de medicamentos como inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, ácido retinoico, analgésicos y antiinflamatorios no esteroideos (AINES) en el tercer trimestre.
4. Autoanticuerpos maternos anti-Ro y anti-La (SSA/SSB) positivos.
5. Fenilcetonuria (no controlada).
6. Infección materna por rubéola en el primer trimestre.
7. Embarazo logrado por técnicas de reproducción asistida.
8. Cardiopatía congénita en parientes de primer grado del feto (materno, paterno o hermano).
9. Parientes de primer o segundo grado con trastorno con herencia mendeliana asociada a cardiopatía congénita.

Factores fetales

1. Sospecha de anomalía cardiaca fetal en ultrasonido estructural u obstétrico.
2. Sospecha de anomalías extracardiacas fetales específicas en ultrasonido estructural u obstétrico (hernia diafragmática, onfalocele, ausencia de timo).
3. Anormalidades cromosómicas o génicas fetales.
4. Taquicardia, bradicardia o ritmo irregular fetal.
5. Aumento de la translucencia nucal en primer trimestre (> p95).
6. Embarazo gemelar monocorial.
7. Hidrops fetal.

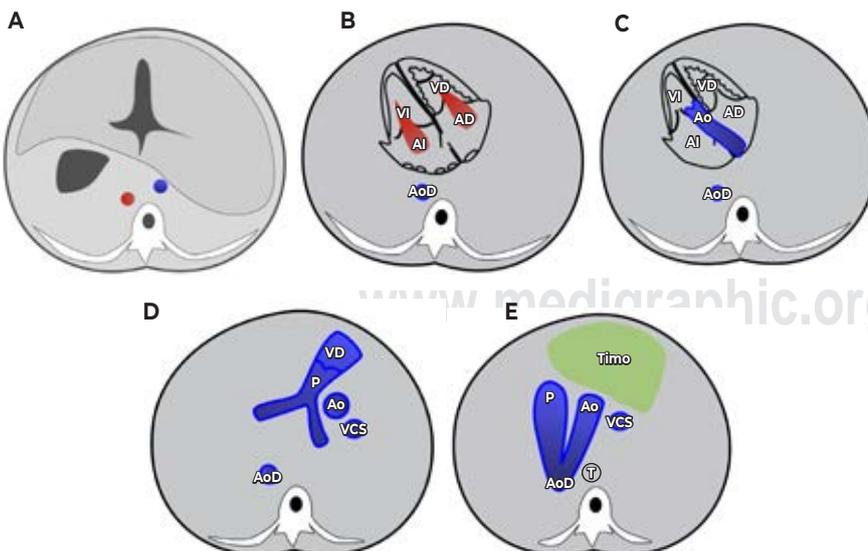


Figura 1:

Los cinco cortes axiales del corazón que conforman el tamizaje cardiaco fetal actual. **A)** Situs abdominal. **B)** Corte de cuatro cámaras. **C)** Corte de tracto de salida izquierdo. **D)** Corte de tracto de salida derecho y tres vasos. **E)** Corte de tres vasos tráquea. VI = ventrículo izquierdo. AI = aurícula izquierda. VD = ventrículo derecho. AD = aurícula derecha. AoD = aorta descendente. Ao = aorta. P = arteria pulmonar. VCS = vena cava superior. T = tráquea.

Beneficios de un diagnóstico prenatal

Una vez detectada una probable alteración en el tamizaje cardiaco fetal se debe realizar un estudio ecocardiográfico avanzado por un cardiólogo fetal en las siguientes 72 horas o lo antes posible para confirmar o descartar alguna alteración cardiaca. El papel del cardiólogo fetal es llevar a cabo un diagnóstico detallado, brindar asesoría a los padres y formular un plan de tratamiento prenatal y postnatal según sea el caso.¹⁰

Las cardiopatías congénitas pueden clasificarse en críticas, mayores y menores. Las cardiopatías congénitas críticas son aquellas que requieren de cirugía o cateterismo cardiaco dentro de los primeros 28 días de vida.¹¹ El diagnóstico prenatal de una cardiopatía congénita crítica permite abordar al paciente con un equipo interdisciplinario, con el objeto de brindar el mejor manejo integral y oportuno tanto a la madre como al feto.

Dentro de las cardiopatías congénitas críticas existe un grupo especial de cardiopatías que pueden requerir de un procedimiento inmediato al nacer. Estas cardiopatías congénitas críticas de manejo inmediato, cuando son detectadas en la vida fetal, idealmente deben nacer en centros de cirugía cardiovascular para un manejo intervencionista y/o quirúrgico en sus primeras horas de vida. Dentro de las cardiopatías congénitas críticas de manejo inmediato se encuentran, por ejemplo, la conexión anómala total de venas pulmonares obstruidas, la transposición de grandes vasos con septum interatrial intacto y las cardiopatías congénitas que dependen de la permeabilidad del foramen oval y éste se encuentre restrictivo.

Otras cardiopatías congénitas críticas son dependientes de conducto arterioso y pueden mantener la estabilidad con infusión de prostaglandinas por algunos días, en quienes, si se detectan a tiempo, se puede iniciar la infusión de prostaglandinas de forma oportuna y realizar un traslado programado a centros de cirugía cardiovascular. Algunos ejemplos de estas cardiopatías son la atresia pulmonar y la coartación aórtica crítica.

Una vez realizado el diagnóstico específico de una cardiopatía congénita crítica en la vida fetal se debe dar el asesoramiento completo a los padres. Durante la asesoría se les proporcionará la informa-

ción necesaria y los detalles acerca del problema cardiaco y lo que existe alrededor del mismo, al igual que las implicaciones para el seguimiento y manejo prenatal y posnatal, así como el pronóstico cuando sea posible establecerlo prenatalmente. El consejo genético, el lugar donde se llevará a cabo el nacimiento, el apoyo psicológico y la descripción de las medidas terapéuticas que requerirá el recién nacido con cardiopatía son algunos de los aspectos que deben abordarse durante el asesoramiento. Los pacientes con cardiopatía congénita crítica requieren de una atención interdisciplinaria en un centro de tercer nivel.

Algunos fetos con cardiopatías congénitas críticas, en casos selectos, pueden ser candidatos a intervencionismo cardiaco fetal con el objetivo de cambiar la historia natural de la enfermedad o brindar una mejor condición al nacimiento.⁵ Sólo un grupo muy pequeño de pacientes pueden ser candidatos a intervenciones en la vida fetal.

En el ámbito de las arritmias fetales un diagnóstico oportuno puede salvar la vida de un feto cuando se canaliza a tiempo para su tratamiento. Las taquiarritmias pueden producir hidrops fetal y la muerte intrauterina rápidamente si no son controladas a tiempo. En la actualidad existen métodos precisos para poder clasificar y diagnosticar los diferentes tipos de arritmias fetales.¹² El manejo farmacológico prenatal para distintos tipos de arritmias fetales ha mostrado su efectividad en reducir la mortalidad in utero.¹³

Equipo interdisciplinario

El éxito en la atención de un feto con cardiopatía congénita será el producto del trabajo en equipo. Diferentes especialistas tienen un papel crucial en la atención de los pacientes con cardiopatías. Obstetras, genetistas, médicos materno fetales, cardiólogos fetales, cardiólogos pediatras, neonatólogos, cirujanos cardiovasculares, hemodinamistas pediátricos, enfermeras, psicólogos y trabajadores sociales deben trabajar en conjunto para brindar la mejor atención a la madre y al feto. El trabajo interdisciplinario y las sesiones médicas conjuntas permiten realizar diagnósticos precisos e integrales, donde se toman en cuenta todos los diferentes puntos de vista con distintos enfoques. Es de suma importancia establecer una cadena de continuidad

desde el diagnóstico de una cardiopatía congénita en la etapa prenatal hasta el nacimiento y el seguimiento pediátrico.¹⁰

El trabajo interinstitucional es indispensable en la atención de estos pacientes. Los recién nacidos con cardiopatía congénita crítica deben ser trasladados en las mejores condiciones a los centros de cirugía cardiovascular. La comunicación interinstitucional es clave para que esto funcione. En algunos casos especiales es conveniente que el nacimiento ocurra dentro del centro de cirugía cardiovascular para favorecer la intervención temprana y la estabilidad del paciente.¹¹

Pulsioximetría en recién nacidos

La pulsioximetría del recién nacido es una herramienta que ha sido validada para la detección de cardiopatías congénitas críticas. El tamiz cardiaco neonatal se basa en el uso de un pulsioxímetro y se ha desarrollado un algoritmo diagnóstico, el cual ha sido aprobado por la American Academy of Pediatrics y la American Heart Association.¹⁴ Es importante señalar que los puntos de cohorte que se desarrollaron en el algoritmo diagnóstico fueron determinados a una altitud a nivel del mar y pueden ser válidos hasta 1,500 msnm (metros sobre el nivel del mar).¹⁵

El tamiz cardiaco neonatal está diseñado para niños que nacieron de término (mayores a 36 semanas de gestación [SDG]). Lo ideal es realizarlo posterior a las 24 horas de vida, con el recién nacido en reposo y sin llanto. El saturómetro debe reunir ciertas características, las cuales ya han sido descritas por Kemper y colaboradores¹⁴ Se debe colocar en la extremidad superior derecha y tomar registro de la saturación en cuanto se obtenga una buena curva en la gráfica del monitor. Inmediatamente posterior a dicha medición se debe colocar en alguna de las dos extremidades inferiores y tomar registro de la medición. Se considera un tamizaje alterado cualquiera de los siguientes tres escenarios.

1. Un registro menor de 90% en cualquiera de las extremidades.
2. Un registro entre 90 y 95% en cualquiera de las extremidades, obtenido en tres ocasiones en diferentes mediciones con una hora de separación entre las mismas.

3. Una diferencia > 3% entre la saturación del miembro superior derecho (preductal) y alguna de las extremidades inferiores (postductal) obtenida en tres ocasiones en diferentes mediciones con una hora de separación entre las mismas.

Los pacientes que presentan un tamiz cardiaco neonatal alterado en cualquiera de los tres escenarios, ameritan una evaluación completa por cardiología pediátrica que incluya un ecocardiograma transtorácico pediátrico.

El uso de la pulsioximetría a grandes altitudes como en la Ciudad de México (2,240 msnm) debe realizarse con otros puntos de cohorte diferentes a los descritos originalmente para evitar obtener un mayor número de falsos positivos. La altitud afecta la presión parcial de oxígeno, por lo que las personas que viven a grandes altitudes tienden a tener menores saturaciones de oxígeno arterial. Se ha visto que el punto de cohorte de 95% no es adecuado para ser considerado anormal a grandes altitudes, ya que muchos recién nacidos sanos pueden presentar saturaciones menores.¹⁵

El pasado 01 de junio de 2021, en el Diario Oficial de la Federación se publicó la reforma al artículo 61 de la Ley General de Salud, en la cual se establece la obligatoriedad en México de la realización del tamiz neonatal cardiaco (TNC) a todos los recién nacidos, a fin de diagnosticar en forma oportuna cardiopatías congénitas críticas (CCC) en las primeras horas del nacimiento. En enero de 2022 el Comité de Tamiz Neonatal Cardiaco en México publica las modificaciones al algoritmo antes mencionado con la intención de adaptarlo a las condiciones de nuestro país. Se realizaron dos algoritmos, uno para altitudes menores de 1,500 msnm (*Figura 2*) y otro para altitudes mayores de 1,500 msnm (*Figura 3*). De igual forma, se hace énfasis en utilizar de forma opcional el índice de pulsatilidad (IP), el cual muestra la relación de fuerza pulsátil/no pulsátil; un índice bajo sugiere vasoconstricción periférica o hipovolemia grave y un índice alto vasodilatación.¹⁶

Exploración física con enfoque cardiovascular

Realizar un tamiz cardiaco fetal o neonatal nunca debe excluir llevar a cabo una exploración física completa junto con una adecuada historia clínica. La sensibilidad y especificidad de la exploración física

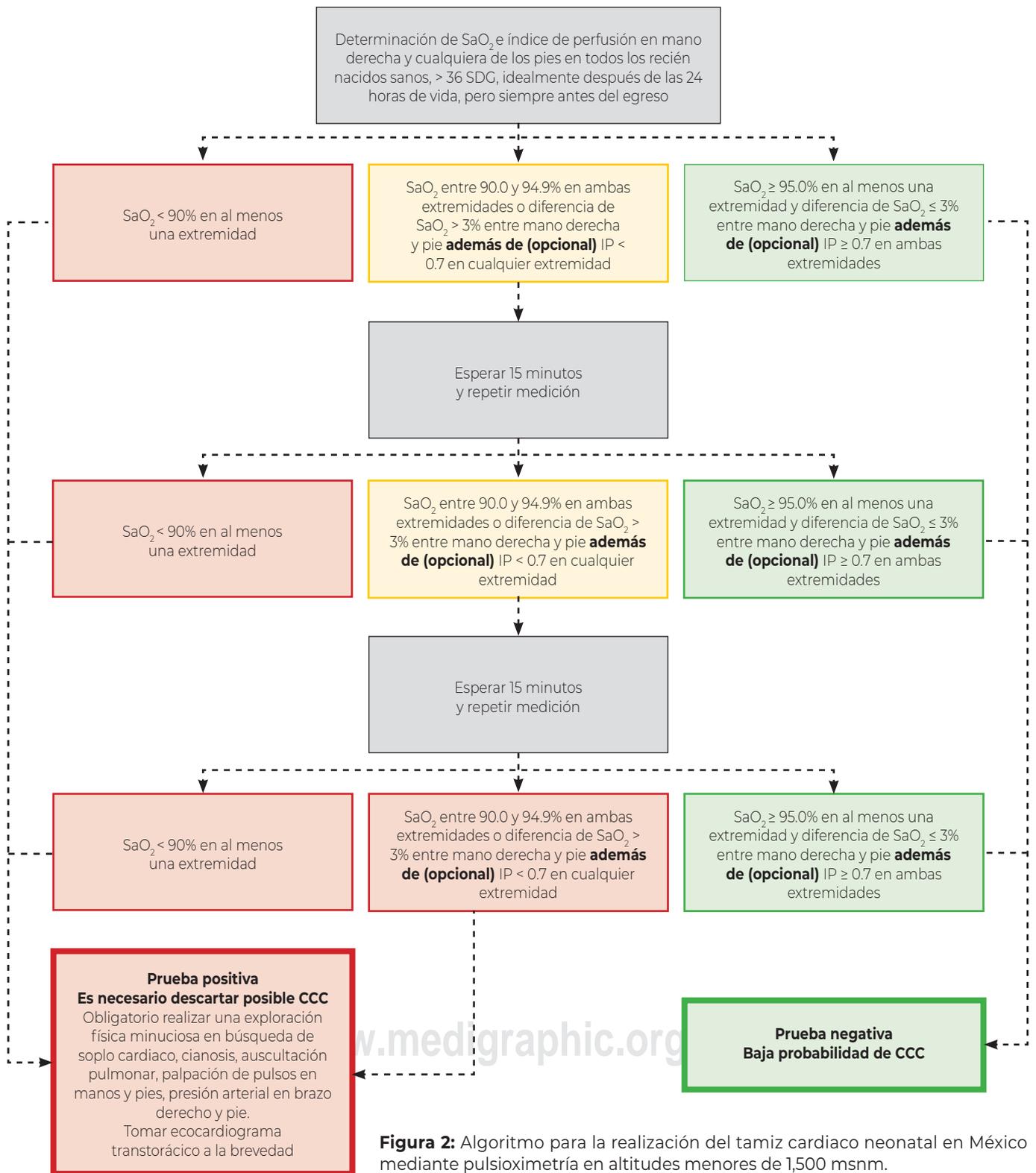


Figura 2: Algoritmo para la realización del tamiz cardiaco neonatal en México mediante pulsoximetría en altitudes menores de 1,500 msnm. Imagen modificada del algoritmo publicado en «Tamizaje neonatal cardiaco en México, una herramienta para el diagnóstico temprano de cardiopatías críticas».¹⁶ SDG = semanas de gestación. IP = índice de perfusión. CCC = cardiopatías congénitas críticas.

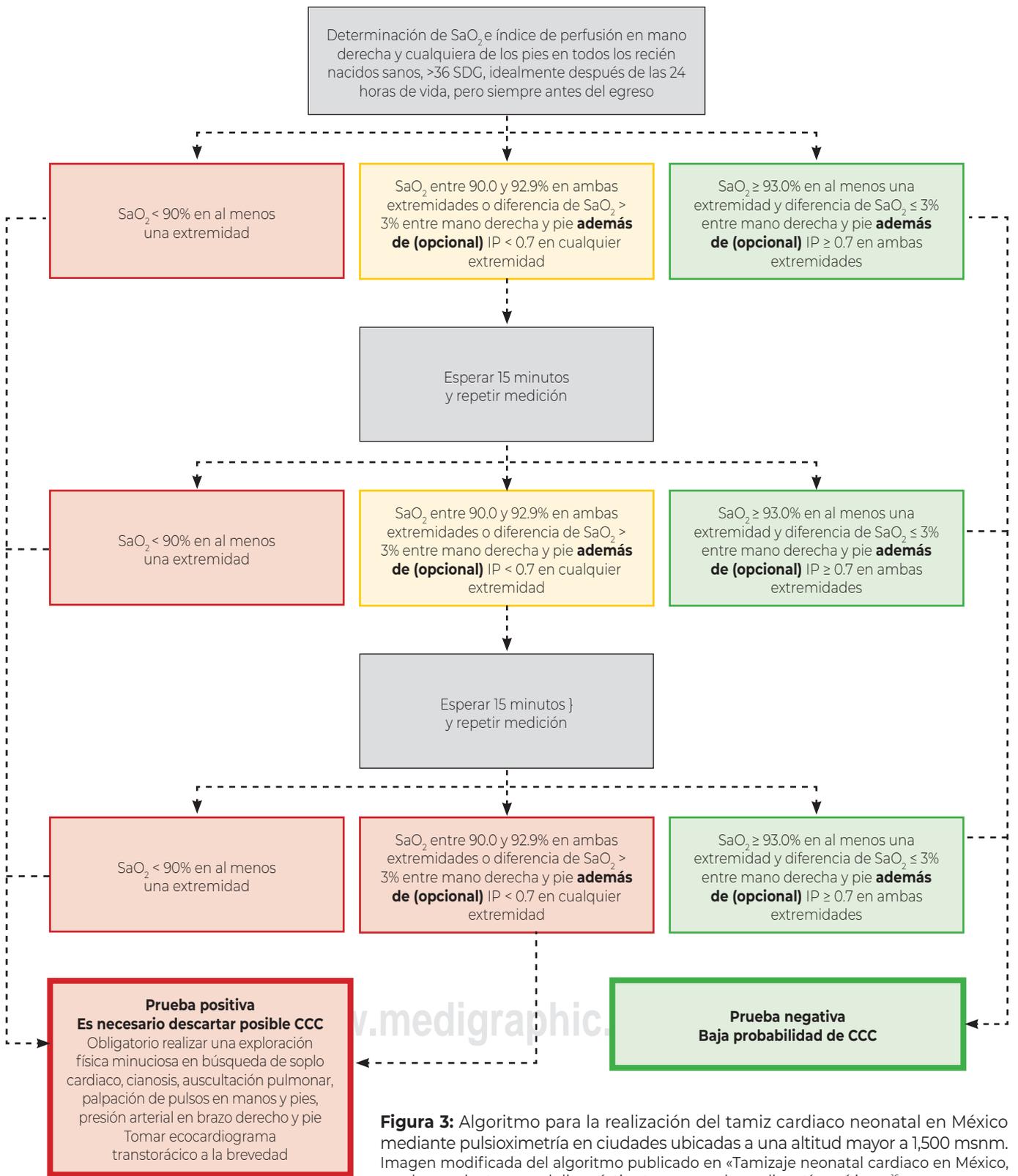


Figura 3: Algoritmo para la realización del tamiz cardíaco neonatal en México mediante pulsioximetría en ciudades ubicadas a una altitud mayor a 1,500 msnm. Imagen modificada del algoritmo publicado en «Tamizaje neonatal cardíaco en México, una herramienta para el diagnóstico temprano de cardiopatías críticas».¹⁶ SDG = semanas de gestación. IP = índice de perfusión. CCC = cardiopatías congénitas críticas.

para detectar una cardiopatía congénita crítica es baja, ya que el momento de la presentación varía desde poco después del nacimiento hasta tarde en la infancia, lo cual depende del flujo pulmonar, el grado de obstrucción del flujo de salida del ventrículo derecho y la presencia de otras lesiones cardíacas asociadas; no obstante, es muy importante que se realice en todos los recién nacidos.

Como toda exploración física, debe incluir la apropiada toma de signos vitales (temperatura, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, tensión arterial). Posteriormente, una adecuada inspección del recién nacido sin ropa, en una cuna radiante y con una adecuada temperatura. La inspección debe iniciar con la coloración con búsqueda intencionada de cianosis. La acrocianosis (cianosis periférica) es un hallazgo muy frecuente en los recién nacidos normales y refleja en especial el tono vasomotor periférico, mientras que la cianosis central es el signo importante que debe ser reconocido, ya que refleja desaturación arterial de oxígeno. La mucosa oral, las encías y la lengua son los mejores sitios para evidenciar si existe cianosis central. La saturación de oxígeno siempre debe medirse en presencia de cianosis. Es importante también evaluar si existe cianosis central durante el llanto o la alimentación.

El estado respiratorio es muy importante, pacientes que presentan cianosis central sin datos de dificultad respiratoria deben hacernos sospechar de una cardiopatía congénita cianógena de inmediato y se debe tener mucho cuidado en la administración de oxígeno, ya que pueden tener una cardiopatía conducto dependiente. Los pacientes que presentan un estado de hipoperfusión pueden mostrar datos de dificultad respiratoria. El estridor, en especial cuando se acompaña con dificultades para la alimentación, puede ser un signo de un anillo vascular.

La palpación del área precordial debe realizarse de rutina en búsqueda de aumento en el impulso paraesternal y subxifoideo así como en búsqueda de frémito. Los ruidos cardíacos deben ser rítmicos y se deben buscar soplos o fenómenos agregados; no obstante, hasta 50% de las cardiopatías críticas no presentarán soplos como manifestación.¹⁷ Los soplos pueden ser comunes en los recién nacidos y muchos son de naturaleza funcional. Cuando se ausculta un soplo en el contexto de un síndrome

clínico, puede tener mucha relevancia; no obstante, cuando se ausculta un soplo de bajo grado como un hallazgo aislado, su sensibilidad y especificidad para detectar una cardiopatía es baja. El desdoblamiento fijo del segundo ruido puede ser un dato de sobrecarga de cavidades derechas y en el contexto de otros hallazgos puede tener relevancia. En raras ocasiones se pueden auscultar soplos en las fontanelas o incluso en el hígado cuando existen malformaciones arteriovenosas.¹⁸

El abdomen debe ser palpado en búsqueda de hepatomegalia; no obstante, debe correlacionarse con otros hallazgos clínicos.

El estado general de perfusión tiene que evaluarse con detalle: la temperatura y color de la piel, pulsos periféricos en todas las extremidades. Los pulsos deben ser de la misma intensidad en brazos y piernas. Una disminución de la intensidad de los pulsos en extremidades inferiores puede ser el único signo de una cardiopatía congénita crítica. En caso de presentar diferencias en la palpación de pulsos, se debe realizar la toma comparativa entre la presión arterial del miembro superior derecho y la de cualquier miembro inferior. Debe existir un adecuado llenado capilar distal.

CONCLUSIÓN

Un tamiz cardíaco anormal en el feto o en el recién nacido amerita un manejo interdisciplinario y referencia a un centro donde pueda ser evaluado por un grupo de especialistas que puedan confirmar o descartar una cardiopatía congénita y formular un plan de nacimiento o de tratamiento en su caso. Mejorar el diagnóstico prenatal y neonatal de las cardiopatías congénitas en México debe convertirse en una de las prioridades de los programas nacionales de salud con el objetivo final de reducir la mortalidad infantil y mejorar el pronóstico de las niñas y niños que las padecen. Un diagnóstico oportuno siempre aumentará la posibilidad de un mejor pronóstico. El uso de los tres pilares del tamiz cardíaco es de suma importancia para disminuir la morbimortalidad en el periodo neonatal.

REFERENCIAS

1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI): Registros de mortalidad. Consulta en línea: principales

- causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido, 2021. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/mortalidad/default.html#Tabulados>
2. Torres-Cosme JL, Rolón Porras C, Aguinaga RM et al. Mortality from congenital heart disease in Mexico: a problem on the rise. *PLoS One*. 2016; 11(3): 1-16
 3. Eckersley L, Saddler L, Parry E et al. Timing of diagnosis affects mortality in critical congenital heart disease. *Arch Dis Child*. 2016; 101 (6): 516-520.
 4. Carvalho JS, Mavrides E, Shinebourne EA, Campbell S, Thilaganathan B. Improving the effectiveness of routine prenatal screening for major congenital heart defects. *Heart*. 2002; 88 (4): 387-391.
 5. Donofrio MT, Moon-Grady AJ, Hornberger LK et al. Diagnosis and treatment of fetal cardiac disease. *Circulation*. 2014; 129: 2183-2242.
 6. Carvalho JS, Moscoso G, Ville Y. First trimester transabdominal fetal echocardiography. *Lancet*. 1998; 351: 1023-1027.
 7. Favre RY, Cherif M, Kohler A et al. The role of fetal nuchal translucency and ductus venosus Doppler at 11-14 weeks of gestation in the detection of major congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2003; 21 (3): 239-243.
 8. Maiz N, Plasencia W, Dagklis T, Faros E, Nicolaidis K. Ductus venosus Doppler in fetuses with cardiac defects and increased nuchal translucency thickness. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2008; 31 (3): 256-260.
 9. Persico N, Moratalla J, Lombardil CM, Zidere V, Allan L, Nicolaidis KH. Fetal echocardiography at 11-13 weeks by transabdominal high-frequency ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2011; 37: 296-301.
 10. Copado MDY, Martínez GAJ, Acevedo GS. Importancia del diagnóstico prenatal de las cardiopatías congénitas. *Perinatol Reprod Hum*. 2018; 32: 127-130.
 11. Carvalho JS. Antenatal diagnosis of critical congenital heart disease. Optimal place of delivery is where appropriate care can be delivered. *Arch Dis Child*. 2016; 101 (6): 505-507.
 12. Carvalho JS, Prefumo F, Ciardelli V, Sairam S, Bhide A, Shinebourne EA. Evaluation of fetal arrhythmias from simultaneous pulsed wave Doppler in pulmonary artery and vein. *Heart*. 2007; 93: 1448-1453.
 13. Jaeggi ET, Carvalho JS, De Groot E, et al. Comparison of transplacental treatment of fetal supraventricular tachyarrhythmias with digoxin, flecainide, and sotalol. *Circulation*. 2011; 124: 1747-1754.
 14. Kemper AR, Mahle WT, Martin GR et al. Strategies for implementing screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics*. 2011; 128: e1259-1267.
 15. Hoffman JI. Is pulse oximetry useful for screening neonates for critical congenital heart disease at high altitudes? *Pediatr Cardiol*. 2016; 37: 812-817.
 16. De Rubens J, Mier M, Jiménez M, García H. Tamizaje neonatal cardiaco en México, una herramienta para el diagnóstico temprano de cardiopatías críticas. *Gac Med Mex*. 2022; 158: 67-71.
 17. Singh Y. Evaluation of a child with suspected congenital heart disease. *Paediatrics and Child Health*. 2018; 28 (12): 556-561.
 18. Artman M, Mahony L, Teitel DF. Neonatal Cardiology. 2 ed. Chapter 5: Initial evaluation of the newborn with suspected cardiovascular disease. McGraw-Hill. 2011, 75-88.